再生骨材副産微粉の細骨材置換利用に関する実用化研究
その３　微粉利用コンクリートの実機適用性評価実験

太平洋コンサルタント　正会員　○渋谷　和俊
東京電力　正会員　鈴木　健介
郡山太平洋生コン　非会員　滝田　功昌
共和コンクリート工業　非会員　高原　益資

１．はじめに

前報のその 2 では，再生骨材副産微粉（以下，微粉）を細骨材置換したコンクリートについて，室内試験によりその特性を評価した．その結果，微粉の混合限界は，細骨材の 20%程度までであるとの結論を得た．そこで本報では，微粉置換率を 20%とした微粉混合コンクリートを，生コンクリートの実機プラントを用いて製造し，実機への適用性について評価した．

２．実験概要

本実験の試験工程を図 1 に示す．本実験では先ず，生コンクリート工場にて微粉混合コンクリートを製造し，製造直後のフレッシュ性状を確認した．次いで，製造したコンクリートを二次製品工場へ搬送し，現地到着時のフレッシュ性状を確認するとともに，二次製品工場の実製品の型枠を用いて，護岸ブロックを製造した．さらに，コンクリートの製造直後及び現地到着時に製作した供試体(φ10×20cm)により，材齢 28 日と 91 日で圧縮強度を測定するとともに，蒸気養生後の製品の外観観察，屋外暴露による経過観察を行った．

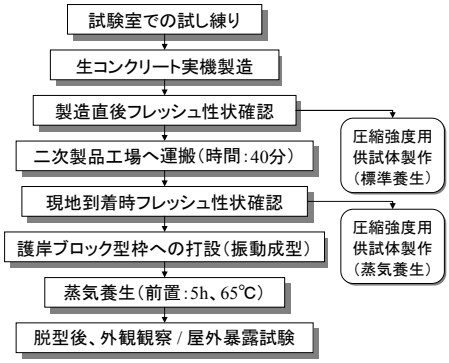

図 1　試験工程

使用材料を表 1 に示す．微粉以外の材料は，生コンクリート工場で通常使用しているセメント，骨材，高性能 AE 減水剤を用いた．微粉は，都内で発生した廃コンクリートが起源であり，複数の原コンクリートが混在する履歴が明確でないものである．

表 1　使用材料

種別	仕様
微粉(P_2)	ρ =2.43g/cm^3
セメント(C)	普通ﾎﾟﾙﾄﾗﾝﾄﾞｾﾒﾝﾄ (ρ =3.16g/cm^3)
細骨材(S_1)	砕砂 (絶乾密度: 2.62g/cm^3, 吸水率: 1.64 % F.M.: 3.02)
粗骨材(G_1)	砕石 (絶乾密度: 2.73g/cm^3, 吸水率: 0.84% F.M.: 6.58)
混和剤(SP)	高性能 AE 減水剤, 標準型(Ⅰ種), 主成分:ﾎﾟﾘｶﾙﾎﾞﾝ酸ｴｰﾃﾙ系化合物
消泡剤(DA)	主成分:ﾎﾟﾘｱﾙｷﾚﾝｸﾞﾘｺｰﾙ誘導体

コンクリートの配合を表 2 に示す．スランプは，試験の実施時期が夏季であったこと，予定搬送時間が 40 分であったことを考慮し，製品工場到着時で 12cm 以上となるよう，プラントでの製造直後で 18cm 程度を目標とした．また空気量は，製品工場到着時で 4.5±1.5%を目標とした．

３．実験結果

フレッシュ性状の試験結果を表 3 に示す．スランプは当初，搬送に伴いロスするものと予想したが，試験の結果，製造直後では 16.5cm であり，現地到着時では 18.0cm であった．コンクリート温度が 22℃から 27℃に上昇しているにもかかわらず，スランプロスがなかった要因としては，空気量が増えたためと考えられた．

表 2　コンクリートの配合

W/C (%)	W/P (%)	微粉置換率 (%)	s/a (%)	目標 SL (cm)	目標 Air (%)	単位量(kg/m^3)					混和剤	
						W	C	P_2	S_1	G_1	SP (C×%)	DA (C×%)
59.9	38.2	20	40.2	18.0	4.5	166	277	158	680	1030	1.0	0.0080

キーワード　廃コンクリート，リサイクル，副産微粉，細骨材置換，実機製造
連絡先　〒285-0806　（株）太平洋コンサルタント　ソリューション事業部　TEL:043-498-3858

圧縮強度の比較を表 4 に示す．製造直後に採取したコンクリートは，材齢 28 日で 34.8N/mm^2，91 日で 38.3N/mm^2 であり，その 2 で報告した室内試験の結果（材齢 28 日：34.6N/mm^2，91 日：38.5 N/mm^2）とほぼ同等であった．一方，製品工場到着時に採取したコンクリートは，製造直後に採取したコンクリートに比べ，何れの材齢でも 10N/mm^2 程度低かった．

製造した護岸ブロックの外観状況を図 2 に示す．蒸気養生後の外観観察の結果，製品の何れの面でもジャンカ等の欠陥個所は認められず，充填性は良好であった．また色調は，市販品とほぼ同等であった．ただし，製品の側面側では，市販品に比べ気泡が多く残存していた．

なお，暴露開始より 5 ケ月経過時点では，製品にひび割れ発生等の変化は認められなかった．

表 3　フレッシュ性状の試験結果

採取時期	スランプ (cm)	空気量 (%)	C.T.※ (℃)
製造直後	16.5	3.8	22.0
製品工場到着時	18.0	5.3	27.0

※C.T.：コンクリート温度

表 4　圧縮強度の試験結果

採取時期	養生条件	圧縮強度(N/mm^2)	
		28 日	91 日
製造直後	標準養生 (20℃水中)	34.8	38.3
製品工場到着時	蒸気養生後気中養生	25.1	27.4

図 2　製造した護岸ブロックの外観

4．考察

得られた試験結果より，実機設備で製造された微粉混合コンクリートの特性について考察した．

先ず，フレッシュ性状は，実機製造時では目標範囲内であり，製品工場での打設時の作業性，型枠への充填性も良好であった．また，標準養生の圧縮強度試験の結果は，室内試験で製造したコンクリートの強度とほぼ同等であった．これらの結果より，微粉混合コンクリートは，試験室レベル及び実機レベルの何れの設備を用いても，同等の品質のものが得られることが分かった．

その一方で，製品工場への搬送後の空気量は，製造直後の空気量より増加していた．空気量の増加要因は，アジテータ車による搬送中に空気を多く巻き込んだためと考えられ，空気を多く巻き込んだ要因としては，微粉を混合したことにより粘性が増大し，空気を巻き込みやすくなったためと推察された．製品の外観観察の結果，製品側面に気泡が多く残存したのも，この影響によると考えられた．また，現地到着時に採取したコンクリートの圧縮強度が，製造直後のコンクリートより低かった要因は，搬送中に巻き込まれた空気層が蒸気養生中に膨張し，硬化体に悪影響を及ぼしたものと考えられた [1)2)].

以上より，微粉混合コンクリートは，実機設備で製造できる見通しが得られたが，製造においては，粘性が増大することによる空気量の増減の影響を低減することが，今後の課題と考えられた．

5．まとめ

本報では，微粉混合コンクリートを生コンクリートの実機プラントを用いて製造し，実機への適用性について評価した．その結果，微粉混合コンクリートは，実機設備で製造できる見通しが得られた．また，微粉の混合により粘性が増大するため，実機製造においては，空気量の増減の影響を低減することが，今後の課題と考えられた．

謝辞　本実験の実施にあたっては，太平洋セメント株式会社東北支店技術部の五十嵐様にご協力頂いた．ここに厚く御礼を申し上げます．

参考文献

1) 大塚浩司他：コンクリートの蒸気養生過程で発生する表面微細ひび割れの性状に関する研究，土木学会論文集，520/V-28 号，pp.143-155（1995）

2) 鈴木一孝：セメントペーストの水和と物性，コンクリート工学，Vol.19，No.11，pp.15-23（1981）